

Extractos acuosos de compost para el control de patógenos en hortícolas bajo abrigo

Fernando Diánez, Mila Santos, Francisco Marín, Francisco Camacho, Julio César Tello.

Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Almería.

El empleo y desarrollo de distintos preparados basados en el compost y agua para el control de enfermedades, se encuentra en auge desde 1990. Son muchos los términos que se han empleado para estos preparados: té de compost, té de compost aireado, té orgánico, extractos de compost, extractos acuosos fermentados de compost, extracto enmendado, macerados de compost y lodos líquidos de compost (algunos de ellos de difícil traducción al castellano). Muchos de los términos son sinónimos, mientras otros se prestan fácilmente a confundirse con otros conceptos. En este artículo se aclaran éstas y otras cuestiones relacionadas con la obtención y uso de los extractos acuosos de compost.

La mayor parte de la investigación sobre el control de patógenos mediante el empleo de té de compost, se ha realizado con patógenos de la parte aérea de las plantas, siendo superior el número de ensayos realizados con té de compost no aireado (Scheuerell y Mahaffee, 2002). En las aplicaciones a la parte aérea, el objetivo se centra en la filosfera; se produce recubrimiento de la superficie con algunos de los microorganismos presentes en el té de compost principalmente *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Penicillium* y *Trichoderma* (Droffner *et al.*, 1995). El mecanismo que explica el control de enfermedades mediante estas aplicaciones no es único; se han indicado distintos modos de acción: la inhibición de la germinación de esporas, el antagonismo y la competición frente al patógeno y la inducción de resistencias (Budde y Weltzien, 1990). En la **figura 1**, se muestra el efecto del té de compost sobre los esclerocios de *Sclerotinia sclerotiorum* (Santos M., datos no publicados). En este caso la inhibición de la germinación tiene como mecanismo principal el parasitismo de los esclerocios.

Extractos acuosos del compost

Composición

Las poblaciones microbianas de los extractos acuosos del compost son consideradas el factor más importante que contribuye a la supresión de las enfermedades. Sin embargo, a pesar de su importancia hay un conocimiento muy limitado de la composición de las especies microbianas existentes en ellos y de cómo esos microorganismos actúan. Es posible que su eficacia esté ligada a la población microbiana total o a subpoblaciones específicas. En teoría, si todos los microorganismos del té de compost tuviesen funciones dirigidas a la supresión de los patógenos, mayores contenidos microbianos totales o biomasa llevarían a un mayor control del patógeno y podrían permitir usar porcentajes de dilución mayores. Sin embargo, esto no siempre ocurre así.

Los agentes principales existentes en los extractos acuosos del compost parecen ser bacterias y hongos, pero no necesariamente limitados al género *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Penicillium* y *Trichoderma*. Se han realizado ensayos en los que se han examinado distintos compost y se ha visto que la mayoría de las bacterias, en materiales moderadamente maduros, son facultativamente aerobias o anaerobias.



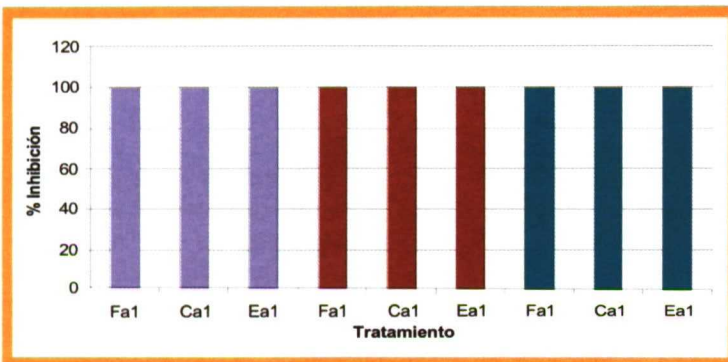


Los agentes principales existentes en los extractos acuosos del compost parecen ser bacterias y hongos, pero no necesariamente limitados al género *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Penicillium* y *Trichoderma*.

Se han realizado ensayos en los que se han examinado distintos compost y se ha visto que la mayoría de las bacterias, en materiales moderadamente maduros, son facultativamente aerobias o anaerobias

Figura 1.

Inhibición de la germinación de esclerocios *Sclerotinia sclerotiorum*.



robias (Brinton y Tränkner, 1996). Especies tales como *Enterobacteria*, *Serratia*, *Nitrobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Staphylococcus* y varios *Actinomycetes*, se encuentran presentes (Droffner et al., 1995). La bibliografía existente sobre la composición química de los extractos acuosos del compost es escasa, ya que la mayoría hace referencia al comportamiento agronómico de los mismos. Pese a ello, se han encontrado datos referentes a la química de extractos acuosos de tres tipos de compost: compost obtenido a partir de corteza de coníferas y estiércol de cerdo en porcentaje 3:1, compost comercial Brest Biodis y compost de orujo de vid de seis meses de antigüedad. El contenido en nitrógeno del extracto de compost comercial, difiere mucho de los valores de los extractos de los demás compost: 56 ppm en el compost comercial frente a 14,3 y 24,4 ppm en los extractos de compost de corteza de pino y estiércol de cerdo y los de orujo de vid, respectivamente. Por otra parte, los valores de la conductividad eléctrica difieren poco, siendo de 492 μS para los extractos de corteza de pino y estiércol de cerdo, 505 μS para los del compost comercial y 465 μS para los de orujo de vid. Finalmente los valores del pH tampoco varían demasiado, siendo de 7,52, 7,54 y 7,43, para los tres extractos respectivamente. Todos los extractos tenían una proporción compost/agua de 1:10.

Factores determinantes en la elaboración

Los materiales para la fabricación del compost son muy diversos, pudiendo ser estiércol de animales, camas, restos vegetales de la agricultura, industria e incluso res-

MÁS CÓMODO
LIMPIO Y ECOLÓGICO

El Sistema Hydroterra™ es una gama de fertilizantes líquidos diseñados y fabricados por Yara para satisfacer la demanda del mercado de fertirrigación. Una gama de soluciones profesionales con una alta calidad.

Gama de productos flexible y completa para la confección de las soluciones nutritivas demandadas.

Este sistema cuenta con toda la gama de productos YaraVita™ para su uso tanto en riego como en aplicación foliar.



Hydroterra®
Sistema de Abonos líquidos

tos de la jardinería. Cada una de estas sustancias tiene características que influyen en las propiedades físicas, químicas o biológicas de un compost, afectando a la eficacia de sus extractos acuosos. Weltzien (1990/91), indica que el control más eficiente en sus ensayos fue logrado usando compost elaborado a partir de estiércol de animal en contraposición al compost producido solamente de materiales vegetales. Contrariamente a esto, Elad y Shtienberg (1994) determinaron que los compost elaborados a partir de materiales vegetales tales como el orujo de vid eran igualmente efectivos, que los obtenidos a partir de estiércol, a la hora de preparar extractos acuosos (NCT) que inhibieran *B. cinerea* en ensayos realizados en invernadero.

Otra cuestión señalada por Bezdecok *et al.*, (2001) y Rynk, (2001) es la potencial contaminación de los extractos acuosos a causa de los herbicidas residuales existentes en el compost, en particular clopyralid y picloram. A pesar de este peligro, ningún informe ha señalado aún contaminación alguna por herbicidas en extractos acuosos de compost.

Edad del compost

En cuanto a la edad del compost, existen diversos trabajos que afirman que los compost seleccionados para la elaboración de extractos acuosos, deberían tener una antigüedad de entre dos y seis meses. Por otro lado, trabajos realizados por Dittmer *et al.*, (1990), Dittmer, (1991) y Brinton *et al.*, (1996), indican que compost obtenidos a partir de restos vegetales tales como hojas, restos de jardín y paja no son útiles tras un envejecimiento de tres meses, mientras que los compost elaborados con estiércol de caballo y vaquerías pueden ser usados hasta con nueve e incluso doce meses de antigüedad.

En un intento por alargar su vida útil, Urban y Tränkner, (1993), procedieron a secar compost con aire para producir NCT posteriormente, siendo dichos extractos igualmente efectivos para la supresión de *B. cinerea* que los obtenidos con compost fresco. Trabajos posteriores de esta naturaleza permiten a un compost efectivo ser secado y almacenado en grandes cantidades para su posterior uso. De esta manera, se puede decir que el efecto de la edad del compost sobre su utilidad para la elaboración de extractos es un factor que depende más del material de partida y de las condiciones de almacenamiento del mismo, que de la antigüedad propiamente dicha. Aunque, no hay investigaciones documentadas sobre la estabilidad del compost usado en los ensayos, éste podría ser un parámetro más útil que la edad del compost para determinar su eficacia.

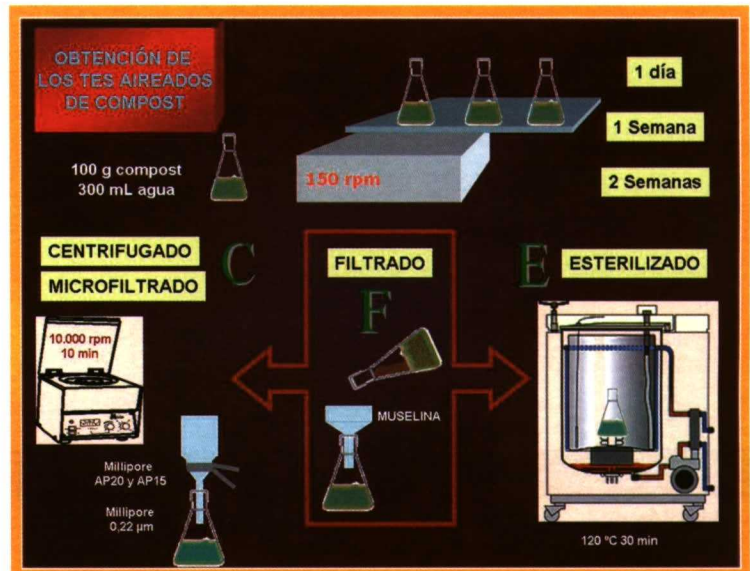
Porcentaje en agua

En los estudios publicados al respecto, el volumen de compost existente en un volumen determinado de agua suele oscilar entre 1:1 (Zhang *et al.*, 1998) y 1:50 (Weltzien, 1990). Sin embargo, la mayoría de las investigaciones realizadas han seguido la metodología desarrollada

Los materiales para la fabricación del compost son muy diversos, pudiendo ser estiércol de animales, camas, restos vegetales de la agricultura, industria e incluso restos de la jardinería. Cada una de estas sustancias tiene características que influyen en las propiedades físicas, químicas o biológicas de un compost, afectando a la eficacia de sus extractos acuosos

Figura 2.

Método de obtención de los téis aireados de compost.



por el laboratorio de Weltzien, que consiste en la utilización de un porcentaje compost/agua comprendido entre 1:3 y 1:10 (v/v) (figura 2). Para llegar a la conclusión de que éste es el rango óptimo en que se debe mover el porcentaje en agua de los extractos acuosos del compost, Weltzien (1990) revisó un gran número de sistemas huésped-patógeno, que habían tenido una supresión considerable de la enfermedad mediante el uso de NCTs, y no se observaron diferencias significativas en cuanto al control entre porcentajes comprendidos entre 1:3 y 1:10. En cambio, para la supresión de *P. infestans* un aumento en el porcentaje de fermentación a 1:50 dio lugar a una pérdida de eficacia (Weltzien, 1990).

En general, una dilución del spray final probablemente tendrá un efecto diferente que una dilución de la fermentación inicial, pues el porcentaje inicial puede influir en la tasa de reducción de oxígeno durante el proceso de fermentación. Aunque todavía no está claro como el porcentaje en agua de los extractos afecta al control de los patógenos, se sabe que limitando la concentración a 1:10 se obtienen resultados aparentemente efectivos.

Tiempo de fermentación

Para los extractos acuosos del compost no aireados (NCT), varios estudios han indicado que el control de enfermedades varía considerablemente en relación al tiempo de fermentación. Así, por ejemplo, el tiempo mínimo efectivo de fermentación para la inhibición in vitro de *B. cinerea* ha sido de tan solo un día (Urban y Tränkner, 1993), mientras que para las conidias de *Venturia inequalis* (Andrews, 1993) fue de tres días. Normalmente, el tiempo de fermentación adecuado para conseguir un determinado nivel de control oscila de entre cinco y ocho días llegando hasta dieciséis, siendo éste el periodo necesario para permitir a los organismos dominar el medio y acumular sus metabolitos en él (Weltzien, 1991; Diánez *et al.*, 2006).

Diversas investigaciones han demostrado que la supresión aumenta conforme se incrementa el tiempo de fermentación hasta un máximo a partir del cual disminuye. Así, Ketterer (1990) afirma que tres días de fermentación es el tiempo con el que se consigue una mayor inhibición del falso mildiu (*Plasmopara viticola*) en hojas de vid, siendo éste el pico a partir del cual disminuye la supresión. Sin embargo, Elad y Shtienberg (1994) observaron que NCT fermentados durante catorce días eran considerablemente más supresivos hacia *B. cinerea* que fermentaciones de siete días. Por tanto, no se puede generalizar en cuanto al tiem-

po idóneo de fermentación, y la tendencia general para poder maximizar la supresión, ya que depende en primer lugar del sistema huésped-patógeno y en segundo lugar del material de que esté hecho el compost, por lo que el tiempo de fermentación ideal debería ser determinado para cada sistema huésped-patógeno-compost.

Poco se sabe acerca del efecto del tiempo de fermentación sobre la eficacia de los extractos acuosos de compost aireados (ACT). Cantisano (1998) afirma que las fermentaciones aireadas de un día se suelen usar como abono foliar mientras que el control máximo de una enfermedad vegetal se logra con ACT de siete a catorce días. Por otra parte, Ingham (1998, 2000) sostiene que el tiempo óptimo de fermentación coincide con la máxima biomasa microbiana activa que se da durante dicho proceso, lo cual ocurre a menudo a las 18-24 horas con té de compost aireados comerciales. El efecto del tiempo de incubación de los extractos acuosos obtenidos a partir del compost de orujo de vid sobre la eficacia de la supresión fúngica in vitro sobre nueve hongos fitopatógenos, pone de manifiesto un incremento de los porcentajes de inhibición a medida que aumenta el tiempo de incubación del compost (1, 7 y 14 días) (**foto 1**) (Diáñez *et al.*, 2006).

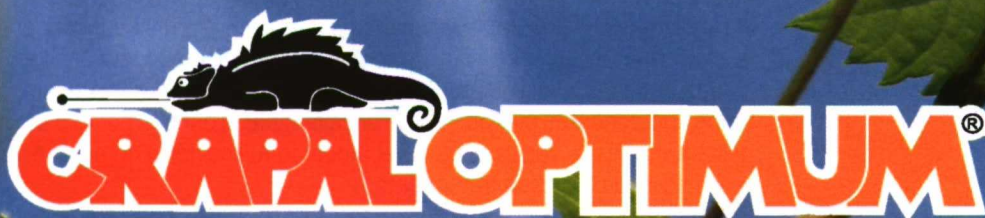
Fermentación de nutrientes

La adición opcional de nutrientes al comienzo o durante el proceso de fermentación da lugar a un enriquecimiento selectivo de la comunidad microbiana resultante, aunque no se sabe aún cuáles son los microorganismos que resultan favorecidos. Los nutrientes utilizados con mayor frecuencia suelen ser melazas, quelmo soluble, materiales húmicos y cantidades inferiores de materiales minerales y orgánicos, tales como emulsiones de pescado, polvo de rocas y extractos de plantas. Pese a esto, no se sabe bien qué efectos tienen algunas de estas sus-

tancias en la supresión de enfermedades. Algunas empresas ofertan nutrientes para la fermentación con algunos de los elementos antes mencionados.

Mediante la adición de nutrientes al proceso de fermentación, se han conseguido mejores resultados en el control de algunos patógenos. Estos nutrientes suelen ser añadidos en concentraciones que se sitúan alrededor del 1%, aunque se ha llegado a usar sacarosa al 3%. Ejemplo de esto, es la utilización de extracto de malta al 1% en NCT realizados a base de estiércol de caballo, para aumentar la supresión de *P. infestans* (Ketterer, 1990). Urban y Tränkner (1993) afirmaron que fermentaciones con 5-7 g·l⁻¹ de peptina o extracto de levadura inhiben *B. cinerea* hasta el 100% mientras que la adición de almidón y sacarosa es menos efectiva. Un aspecto importante a señalar, en cuanto a la utilización de nutrientes de fermentación es la frecuente aparición de olores desagradables que, sin duda, están ligados a la adición de dichos nutrientes.

En los ACT, según Ingham (2000), el balance final entre bacterias y hongos puede ser predeterminado mediante la selección del compost apropiado y de los nutrientes de fermentación. Sin embargo, Scheuerell y Mahaffee (2002) afirmaron no haber podido conseguir un ACT en que dominen los hongos. Además, observaron una pérdida de supresión asociada a la adición de nutrientes, lo cual sería debido a la existencia de nutrientes residuales que podrían estimular a los patógenos que tengan una fase saprofitica eficiente y que daría lugar a efectos supresivos negativos en el té de compost. También podría ocurrir que dichos nutrientes residuales de la fermentación quedaran disponibles para todos los organismos lo que restaría eficacia a la competición por los nutrientes mediada en el biocontrol. Mucho más útil que todo esto, sería la identificación de aquellos nutrientes que facilitan la multiplicación de




Garantía de duración
5 veces superior
al triple galvanizado (clase C)

Alambre de viña
Protección Zinc / Aluminio

- Un grosor del revestimiento anti-corrosión superior al de la clase C.
- Una superficie lisa y duradera.
- Perfecta adherencia y concentricidad del revestimiento de Zinc+Aluminio.
- Ahorro considerable por hectárea instalada, con una calidad absolutamente fiable.
- CRAPALOPTIMUM® es, además, un producto que respeta el medio ambiente.

C/Albacete 3, 3a planta
28027 Madrid
T 916 843 492
F 917 580 360
info.crapal@arcelormittal.com
www.arcelormittal.com



ArcelorMittal

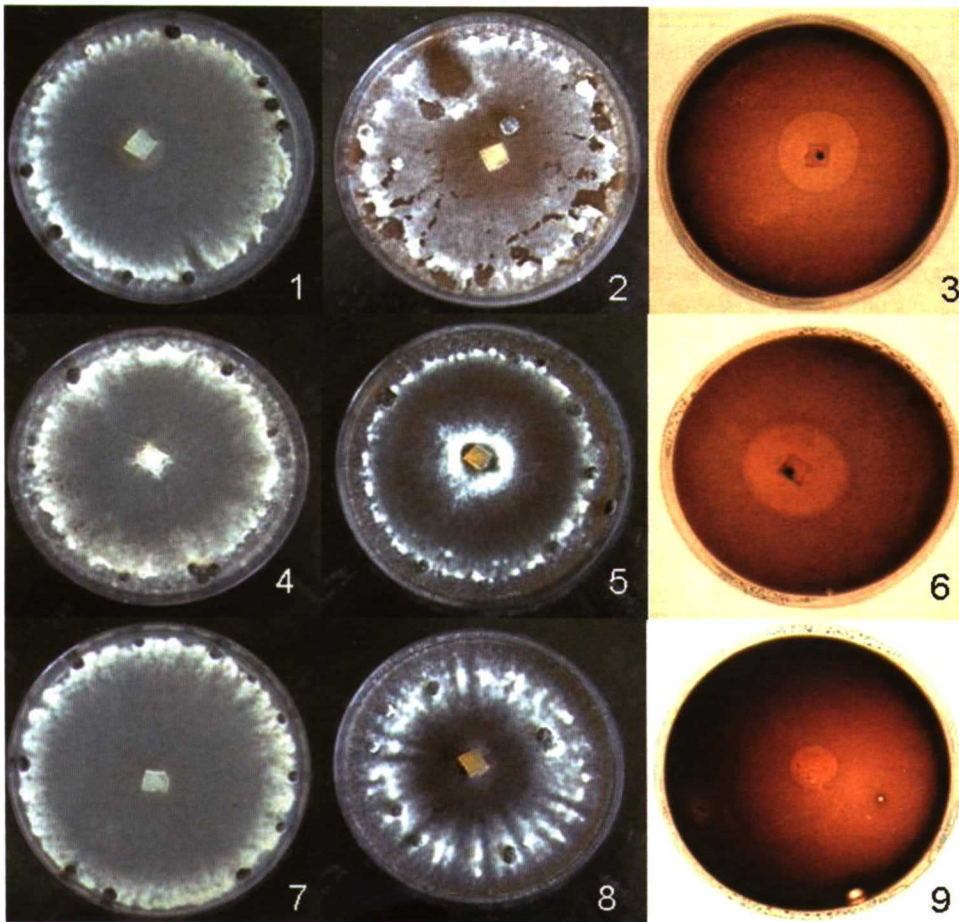


Foto 1. Ensayo de crecimiento micelial *in vitro* de *Sclerotinia sclerotiorum* en presencia de té de compost de orujo de vid.

1. CDc. 2. EDC. 3. FDC. 4. CSc. 5. ESc. 6. FSc. 7. CTc. 8. ETc. 9. FTc.

C: extracto microfiltrado; E: extracto esterilizado en autoclave; F: extracto filtrado;

D: incubación del extracto 1 día; S: incubación 1 semana; T: incubación 2 semanas;

c: concentración de extracto añadido al medio 15%.

los antagonistas, con el objetivo de añadirlos y aumentar así su concentración, favoreciendo el control de las enfermedades.

Temperatura y pH

Otros factores que pueden afectar al nivel de supresión de enfermedades son la temperatura y el pH. Para NCT se sabe que la temperatura de fermentación ha de estar entre los 14 y 21°C y, aunque ningún estudio ha observado en profundidad su efecto sobre el control de patógenos, las temperaturas no uniformes influyen negativamente en la tasa de crecimiento de los microorganismos. El pH de los extractos acuosos del compost influye también en el crecimiento y diversidad de los microorganismos que crecen en él, por lo que también afectaría a su eficacia. En general, el crecimiento de las bacterias se ve favorecido por un pH neutro mientras que levaduras y hongos crecen mejor en rangos alcalinos y ácidos (Schlegel, 1993).

Control de enfermedades foliares

Tecnología de aplicación y regulación

A la hora de usar el té del compost es importante saber qué tipos de tecnologías de aplicación pueden ser utilizadas y si son adecuados los tanques mixtos de fertilizantes, la dilución o el almacenamiento de dichos extractos antes de su aplicación o tienen efectos negativos de cara a la supresión de las enfermedades. La mayoría de las referencias bibliográficas existentes acerca de estos asuntos se basan en estudios realizados para el control de enfermedades folia-

res de plantas y muy pocos tratan sobre la supresión de patógenos edáficos. Las investigaciones desarrolladas acerca de la posibilidad de almacenamiento de los extractos antes de su utilización, sostienen que la viabilidad sin pérdida de eficacia se puede mantener durante 4 meses a 20°C. Otros autores afirman, sin embargo, que si los NCT son conservados a -4°C se da una disminución de su poder inhibitorio, que aún se acentuará más si éstos se mantienen a temperatura ambiente (Yohalem *et al.*, 1994).

Según Urban y Tränkner (1994), la duración del almacenamiento podría afectar diferencialmente a la supresión de las distintas enfermedades, dependiendo del modo de acción dominante. De esta manera, si la supresión es principalmente debida a la competición, este compost sería más susceptible de perder eficacia durante el almacenamiento que si el modo de acción fuera debido a los metabolitos estables secretados al medio, ya que aunque la microbiota existente en los extractos disminuya, los metabolitos seguirán presentes. En el compost de orujo de vid se han observado diferentes mecanismos de acción siendo éstos competición, antibiosis e incluso parasitismo (Díaz *et al.*, 2006).

Un asunto fundamental es cómo aplicar el té de compost en el control de las enfermedades foliares. Una opción sería la utilización de má-

quinas de aplicación de productos fitosanitarios comerciales, aunque no sabemos todavía el efecto que tendrían estos mecanismos sobre el reparto y viabilidad de la comunidad microbiana. Podría ocurrir que la acción mecánica, los cambios rápidos de presión y las fuerzas asociadas a dichos aparatos pudieran afectar de forma selectiva a distintos componentes microbianos. Para averiguar si esto es posible se necesitaría testar varios tipos de equipos de aplicación y comprobar la efectividad de dichos tratamientos.

A veces se suelen añadir fertilizantes al té de compost antes de ser aplicados vía foliar, sin embargo, no se sabe si los tanques de fertilizantes mixtos causan un estrés osmótico sobre la fracción microbiana del extracto. También es posible que los micronutrientes quelatados que deberían ser absorbidos por la planta a través de la hoja, sean secuestrados por los microorganismos en el intervalo de tiempo comprendido entre la elaboración de la mezcla y su aplicación. Por otro lado, hay pocos datos acerca de la influencia de la dilución de los extractos de compost antes de su utilización.


Frecuencia de aplicación

La frecuencia mínima de aplicación del té de compost para provocar una supresión efectiva de una enfermedad no ha sido examinada de forma sistemática, aunque se cree que dependerá más de la tasa de crecimiento de la planta, el índice de reproducción del patógeno, los mecanismos de dispersión y las condiciones ambientales, que de las propias características de los extractos acuosos de compost. Varios estudios realizados acerca del control de enfermedades foliares demuestran que una frecuencia intensa de aplicación, representa un tipo de pesticida biológico de segura utilización y no indica que se produzca un cambio microbiano permanente en el área filosférica de la planta (hábitat microbiano de la superficie de las hojas), ya que se trata de un control biológico autorregulado.

Todo ello, llevaría a plantearse la regulación de las aplicaciones mediante el uso de modelos de predicción que incluyan los cambios



¿Eres un buen agricultor?

¿Y qué haces con tus envases de fitosanitarios? Recuerda que si los tiras, los entierras o los quemas, dañarás el medio ambiente y te multarán con 3.000 euros. No te la juegues. Deposita los envases fitosanitarios, los que tienen el símbolo SIGFITO , en los contenedores de SIGFITO que encontrarás en muchas cooperativas y tiendas de fitosanitarios.

Es GRATIS y SENCILLO.

Entérate en tu punto de compra, cooperativa o en www.sigfito.es



 **SIGFITO**
AGROENVASES, S. L.

Por una agricultura saludable

que se producen en la meteorología. Esto podría hacer disminuir la frecuencia de aplicación del té de compost limitándose a tratamientos realizados justo en la llegada de condiciones que pudieran ser favorables para que se diera la infección por parte del patógeno. Por último, habría que programar las aplicaciones de tal manera que se pudiera favorecer el establecimiento y supervivencia de la microbiota contenida en los extractos, haciéndola coincidir con periodos de bajo estrés ambiental, tales como primeras horas de la mañana o final de tarde.

Quizás uno de los factores que puede contribuir en mayor medida a la disminución de la frecuencia de aplicación y a un aumento en el control de enfermedades, es el uso de productos que ayudan al mantenimiento de los microorganismos contenidos en el té de compost, sobre las hojas y tallos de la planta. Estos productos pueden ser adyuvantes, agentes activos de superficie, aglutinantes y adherentes e inhibidores UV. Dichas sustancias son muy utilizadas en la formulación de pesticidas químicos pero reciben escasa atención en el control biológico (Backeman, 1978). Brinton *et al.* (1996) recomiendan usar sustancias aglutinantes y adherentes para potenciar la eficacia antagonista del NCT. Sin embargo, también hay estudios que sostienen que los agentes adyuvantes pueden inhibir la actividad micro-

Dada la cantidad de empresas que venden ya extractos de compost al mundo de la agricultura, jardinería y a particulares, se ha hecho necesaria la creación de una estandarización, para evaluar el té de compost, ya que es difícil para los compradores asegurarse de la veracidad del contenido o funciones atribuidas al producto

biana y en consecuencia afectar a la supresión (Brinton *et al.*, 1996).

Scheuerell y Mahaffee (2002) observaron una distribución más uniforme y mayor adherencia de las bacterias contenidas en los extractos (ACT), en la superficie de las hojas tratadas, cuando éstos eran aplicados junto a agentes aglutinantes y adherentes. Pese a esto, se han dado casos de disminución del control de enfermedades en campo, a causa de la adición de caldo CASO y aceite de semilla de colza, antes de la aplicación del NCT. Por otro lado, hay constancia de la utilización de organismos antagonistas de tipo bacteriano para maximizar el control biológico de patógenos foliares. Estos antagonistas bacterianos eran aplicados con nutrientes para favorecer la colonización de la hoja y su posterior supervivencia. A menudo, el uso de nutrientes foliares ha dado lugar a un florecimiento transitorio de toda la población microbiana existente en la hoja, sin selectividad para los antagonistas aplicados. También puede ocurrir que el efecto de la adición de sustratos de crecimiento microbiano, sobre la supresión del patógeno, dependa de su estrategia de vida. Así, los patógenos biótrofos no son favorecidos por los nutrientes foliares, sin embargo, aquellos que tienen una actividad saprófita significativa o los que requieren nutrientes exógenos para poder germinar, podrían aumentar con el uso de nutrientes.

En conclusión, la adición de ciertos adyuvantes puede tener efectos positivos o negativos sobre la eficacia del té del compost, por lo que cada producto ha de ser evaluado para comprobar su repercusión sobre la comunidad microbiana aplicada y en consecuencia so-

bre el efecto de los extractos a la hora de inhibir los patógenos causantes de las enfermedades vegetales.

Estandarización de los extractos acuosos del compost

Dado la cantidad de empresas que venden ya extractos de compost al mundo de la agricultura, jardinería y a particulares, se ha hecho necesaria la creación de una estandarización, para evaluar el té de compost, ya que es difícil para los compradores asegurarse de la veracidad del contenido o funciones atribuidas al producto.

Hasta ahora, tan sólo se ha propuesto un estándar de calidad, que se basa en tres criterios que son: el contenido mínimo de oxígeno, la comprobación in vitro de la inhibición del patógeno y las poblaciones mínimas de microorganismos (Ingham, 2001). El contenido mínimo de oxígeno sólo es necesario para los extractos acuosos del compost cuya fermentación tiene lugar bajo condiciones de aireación (ACT), ya que los NCT son producidos anaerobiamente y son altamente eficaces contra un amplio rango de enfermedades vegetales.

La concentración mínima de oxígeno durante el proceso de producción del té de compost debe permanecer alrededor de 5,5 ppm o 60% de oxígeno disuelto (15% de oxígeno como parte de los gases totales), a temperatura ambiente y presión correspondiente al nivel del mar. Los patógenos para ser testados, han de estar basados en aplicaciones foliares o de suelo, es decir, ser patógenos causantes de enfermedades en los vegetales. Un informe de los laboratorios BBC (BBC Labs) indica que al menos el 75% de los patógenos de este grupo fueron inhibidos. Los patógenos foliares son *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Dechslera* y *Erwinia*, mientras que los patógenos de suelo son *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Sclerotinia*, y *Verticillium*.

Los niveles mínimos de todos los microorganismos necesarios, son de 10 a 150 mg de bacterias activas, 150 a 300 mg de bacterias totales, de 2 a 10 mg de hongos activos, de 5 a 20 mg de hongos totales, 1.000 flagelados, 1.000 amebas, 10 ciliados y 10 nematodos. Los protozoos y los nematodos pueden no ser críticos en las aplicaciones foliares, pero sí en las de suelo (Ingham, 2001). Diferentes ensayos han establecido que el examen microscópico de la superficie de las hojas tratadas con té de compost, es el mejor método de predicción del control de las enfermedades foliares (Ingham, 2000). Si la superficie de la hoja está recubierta por al menos un 60-70% de bacterias activas y un 2-5% de hongos activos (determinado mediante examen epifluorescente de las secciones de las hojas, teñidas con diacetato fluorescente) no puede tener lugar la colonización de la superficie de las hojas por el patógeno (Ingham, 2000 y 2001). No hay información referente al contenido mínimo de organismos en los tratamientos de suelo con extractos del compost.

La observación directa al microscopio de las superficies tratadas, en aplicaciones foliares, será probablemente la herramienta de investigación más importante para poder entender la distribución espacial de los microorganismos aplicados y de los patógenos. Sin embargo, esta metodología no tiene en cuenta el efecto potencial que tienen los metabolitos producidos durante la fermentación, sobre los patógenos o la inducción de resistencias que provocan sobre la planta.

Por ello, antes de poner un valor de contenido mínimo de microorganismos, es necesario haber contrastado datos de campo de un amplio rango de sistemas de producción y ambientes para poder evaluar que dichos estándares propuestos correlacionan los datos de ensayos in vitro con el comportamiento en campo de los extractos. ■

Bibliografía

Existe una amplia bibliografía a disposición de nuestros lectores, que pueden solicitar en el e-mail: redaccion@eumedia.es